

[Highlight]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201603011

www.whxb.pku.edu.cn

分子与金属纳米粒子间能量传递研究重要进展

王朝晖

(厦门大学化学化工学院, 固体表面物理化学国家重点实验室, 福建 厦门 361005)

北京大学郑俊荣教授与厦门大学郑南峰教授等合作, 利用时间分辨多维振动光谱技术, 深入地研究了金属纳米粒子表面吸附分子体系的能量转移超快动力学过程。他们的研究发现, 当吸附在金属纳米粒子(Pt和Pb)表面的一氧化碳分子被激发到振动激发态后, CO分子会很快弛豫回基态, 同时通过电子-空穴对的激发把能量传递给纳米粒子。当纳米粒子的直径从2 nm缩小到1 nm时, 这一过程的速率变慢了20倍! 而且CO分子吸附位点也对这一过程的时间常数有明显影响。这一结果对理解异相催化过程中金属纳米结构表面分子的反应动力学具有非常关键的意义。他们的成果最近发表在*Nature Communications*¹上, 题目为: Two Distinctive Energy Migration Pathways of Monolayer Molecules on Metal Nanoparticle Surfaces。

郑俊荣教授长期从事时间分辨二维红外光谱(2D-IR)的研究, 为这一领域的发展做出了非常突出的贡献²⁻¹⁰。2D-IR光谱是在传统的红外光谱方法上发展出来的超快光谱技术, 不但能实时跟踪分子振动激发态的弛豫过程和解析分子三维结构³, 还可以非常直观地获得分子间相互作用的通道、强弱、时间常数等重要的结构和动力学信息。郑俊荣教授基于振动模式选择的分子间传能模型, 建立了具有0.1 nm空间分辨能力的分子尺技术(angstrom molecular ruler)⁴, 并用这一技术系统研究了溶液体系离子间相互作用⁴、振动能量传递^{6,11,12}、离子团聚²等超快动力学过程, 提出了定量计算分子间能量传递速率的理论模型和数学方程⁴。

郑俊荣教授的研究在分子水平、纳米尺度揭示了分子间振动能量传递的机制和动力学, 有助于我们理解由分子间相互作用引起的分子间能量交换、纳米尺度的热传导、团簇形成机理等物理

化学过程, 不但对异相催化过程机理研究有重要意义, 而且为纳米材料的功能化、分子器件的设计等重要前沿领域的研究提供了非常有益的结构和动力学数据。

References

- (1) Li, J.; Qian, H.; Chen, H.; Zhao, Z.; Yuan, K.; Chen, G.; Miranda, A.; Guo, X.; Chen, Y.; Zheng, N.; Wong, M. S.; Zheng, J. *Nat. Commun.* **2016**, *7*, 10749. doi: 10.1038/ncomms10749
- (2) Bian, H. T.; Wen, X. W.; Li, J. B.; Chen, H. L.; Han, S. Z.; Sun, X. Q.; Song, J. A.; Zhuang, W.; Zheng, J. R. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2011**, *108*, 4737. doi: 10.1073/pnas.1019565108
- (3) Chen, H. L.; Zhang, Y. F.; Li, J. B.; Liu, H. J.; Jiang, D. E.; Zheng, J. R. *J. Phys. Chem. A* **2013**, *117*, 8407. doi: 10.1021/jp406304c
- (4) Chen, H. L.; Bian, H. T.; Li, J. B.; Wen, X. W.; Zhang, Q.; Zhuang, W.; Zheng, J. R. *J. Phys. Chem. B* **2015**, *119*, 4333. doi: 10.1021/jp512320a
- (5) Guo, X. M.; Chen, H. L.; Wen, X. W.; Zheng, J. R. *J. Chem. Phys.* **2015**, *142*, 212447. doi: 10.1063/1.4921573
- (6) Chen, H. L.; Zhang, Q.; Guo, X. M.; Wen, X. W.; Li, J. B.; Zhuang, W.; Zheng, J. R. *J. Phys. Chem. A* **2015**, *119*, 669. doi: 10.1021/jp511651t
- (7) Chen, H. L.; Bian, H. T.; Li, J. B.; Wen, X. W.; Zheng, J. R. *J. Phys. Chem. A* **2013**, *117*, 6052. doi: 10.1021/jp312604v
- (8) Chen, H. L.; Bian, H. T.; Li, J. B.; Wen, X. W.; Zheng, J. R. *Inter. Rev. Phys. Chem.* **2012**, *31*, 469. doi: 10.1080/0144235X.2012.733116
- (9) Zheng, J.; Kwak, K.; Xie, J.; Fayer, M. D. *Science* **2006**, *313*, 1951. doi: 10.1126/science.1132178
- (10) Zheng, J.; Kwak, K.; Asbury, J. B.; Chen, X.; Piletic, I.; Fayer, M. D. *Science* **2005**, *309*, 1338. doi: 10.1126/science.1116213
- (11) Chen, H. L.; Wen, X. W.; Guo, X. M.; Zheng, J. R. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2014**, *16*, 13995. doi: 10.1039/c4cp01300j
- (12) Chen, H. L.; Wen, X. W.; Li, J. B.; Zheng, J. R. *J. Phys. Chem. A* **2014**, *118*, 2463. doi: 10.1021/jp500586h